

木造住宅の耐震補強効果を兼ね備えた高耐力耐震シェルターの開発

その1 105角製材を用いたログ耐力壁の提案

耐震シェルター 耐震改修 人命保護
避難者数低減 ログ耐力壁

正会員 ○美尾優太郎*¹ 同 井戸田秀樹*²
同 花井 勉*³ 同 山根 光*⁴
同 渡邊 一茉*¹

1. 序

過去の多くの地震被害から明らかなように、巨大地震時の人命喪失の多くは既存不適格木造住宅の倒壊によるものである。住宅の倒壊は人命を奪い、多くの負傷者を発生させるとともに、膨大な数の避難者を生む。南海トラフ巨大地震のような超広域災害では、被災地への迅速な救援・救助は極めて困難であり、食料や生活必需品の配給されない避難所は凄惨を極める。

この深刻な問題に備えるため、「建築物の耐震改修の促進に関する法律」に基づき県単位の地方自治体を中心となって耐震改修促進計画が策定され、耐震診断や耐震改修工事に対する経済的な補助制度が広く運用されている。耐震改修工事に対する補助は住宅所有者が耐震改修工事を決断する上で重要な要因であり、今後の耐震化率向上における切り札的位置づけと言える。しかし、予算総額や私財に対する公的補助の是非等の制約から、多くの場合補助額には必然的に上限が設けられ、耐震改修工事に高額の費用が必要となる耐震性能の極めて低い住宅にとっては依然として住宅所有者の経済的負担が大きい。その結果、本来であれば優先的に耐震改修が実施されるべき極めて弱い住宅が耐震化から取り残されているのが現状である。こうした現状を解決するためには、住宅の耐震化という考え方だけでなく、別の新たな発想で人命の保護と避難者数の低減を目指した解決策が必要である。

本報告は、必要な耐震性能を確保するための耐震改修工事に高額の費用が必要となるような耐震診断評点の極めて低い住宅に対し、人命保護のための最低限の耐震性能を確保するとともに、既存建物の損傷時にも一居室の生活空間の確保することで避難者数の大幅低減を目指した耐震シェルターについて検討したものである。その1では、一般的な材料と工法で施工ができ、かつ意匠性と高い耐震性能を兼ね備えた耐力壁である105角製材を用いたログ耐力壁の提案を行う。

2. ログ耐力壁

図1に開発したログ耐力壁の詳細を示す。105角製材(ログ材)を120角の柱と柱の間に落とし込んで構面を構成する。ログ材間には断面が30mm×30mm×

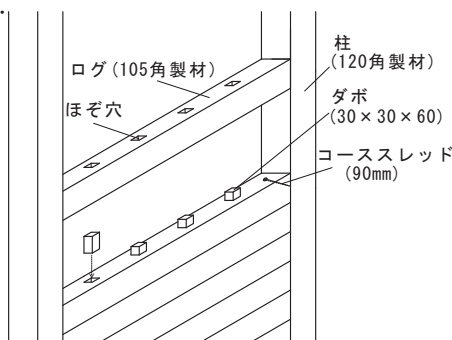


図1 ログ耐力壁の詳細

60mmのダボを設置し、ログ材と柱間には90mmコーススレッドのビスを斜め打ちすることで、せん断力をそれぞれ伝達させる。提案するログ耐力壁は壁厚が大きいと断断性に優れているとともに、重厚で安心感を有する。また、仕上げ材が不要といった特徴を有している。

3. ログ耐力壁のせん断実験

3.1 試験体

表1に示すように、壁の長さやダボの本数、開口部の有無などをパラメータとした6種類の試験体についてせん断実験を行った。試験体L09-4は、ばらつきを考慮して3体の試験体を用意した。また、試験体L18-8については開口による影響を把握することを目的に、2体の試験体にサイズの異なる開口を設けた(図2)。

3.2 実験方法

図3に実験装置全体図を示す。試験方法は文献¹⁾に準拠し、無載荷式・柱脚固定式として試験体の柱脚を鉄製基礎にアンカーボルトと角座金を用いて緊結した。また、面外変形拘束用の治具を上段のログ材に取り付けた。荷荷は見かけのせん断変形角で1/450rad, 1/300rad, 1/200rad, 1/150rad, 1/100rad, 1/75rad, 1/50radの順に正負交番3回繰り返し行い、その後は破壊まで、破壊しない場合は油圧ジャッキのストロークが限界に達するまで引ききった。

表1 試験体一覧

試験体名	ログ材長さ (mm)	B×H (mm)	ダボ本数 (本)	開口部寸法 (mm)
L09-3	950	1055×2520	3	-
L09-4シリーズ			4	
L12-5	1200	1305×2520	5	406×315 812×315
L18-8-1	1800	1905×2520	8	
L18-8-2				
L18-8-3				

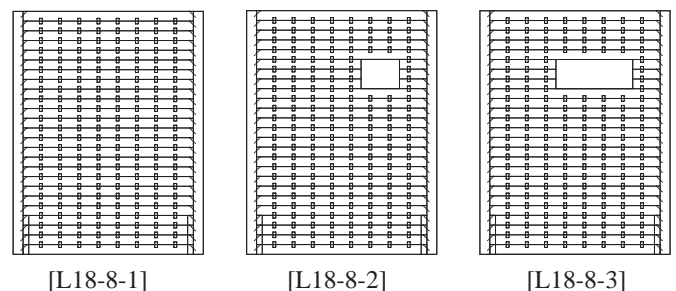


図2 試験体L18-8の開口位置

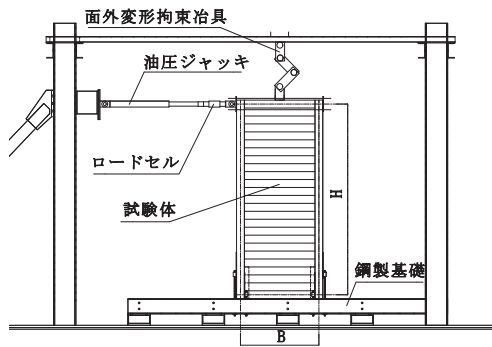
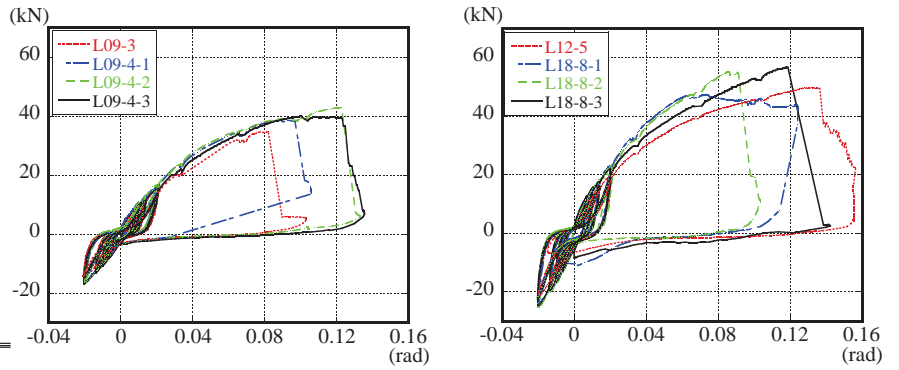


図3 実験装置全体図



(a) L09-3 と L09-4

(b) L12 と L18-8

図4 荷重変形関係

表2 特性値と短期基準せん断力

試験体名	Pmax (kN)	Pu (kN)	K (kN/rad)	μ	δv (rad)	δu (rad)	Ds	Py	Pu×(0.2/Ds)	(2/3)Pmax	P(1/120rad)	Pa (kN)	壁倍率
								(kN)					
L09-3	34.9	29.0	759.3	2.19	0.0382	0.0950	0.54	14.8	10.7	23.2	8.4	8.4	4.0
L09-4-1	38.8	34.7	762.5	2.17	0.0455	0.0980	0.55	21.6	12.7	25.9	9.6	9.6	4.7
L09-4-2	42.9	37.7	743.4	2.44	0.0507	0.1290	0.51	22.9	14.9	28.6	9.1	9.1	4.4
L09-4-3	40.1	36.9	669.8	2.27	0.0551	0.1310	0.53	20.9	13.9	26.7	8.6	8.6	4.2
L12-5	49.8	45.0	777.5	2.39	0.0578	0.1480	0.52	27.8	17.5	33.2	11.8	11.8	4.6
L18-8-1	47.4	44.8	1112.8	3.08	0.0403	0.1240	0.44	25.3	20.4	31.6	13.0	13.0	3.5
L18-8-2	55.1	48.1	1047.2	2.02	0.0460	0.0970	0.57	27.1	16.8	36.8	13.6	13.6	3.7
L18-8-3	56.8	50.4	851.3	2.06	0.0592	0.1300	0.57	30.2	17.8	37.9	14.0	14.0	3.8

3.3 実験結果と考察

実験によって得られた荷重変形関係を図4に、各試験体の特性値と短期基準せん断耐力を表2に示す。本研究において試験体はいずれも1/15rad変形に達しても破壊はせずに、終局時まで右肩上がりの荷重変形関係を示した。

ダボの本数が異なる試験体L09-3とL09-4で比較すると、L09-4のほうが高い耐力と変形性能を示していることから、ログ耐力壁の性能に与えるダボの効果は大きいといえる。また、同じ試験体L09-4の3体で比較をするとおよそ0.1rad変形時まではほとんど同じ荷重変形関係を示した。これより、多数配置されたダボのログ材へのめり込みにより性能が決定される本耐力壁は、ばらつきの少ない安定した性能を示すといえる。

L12-5とL18-8を比較すると、L18-8-2とL18-8-3は開口があるがL12-5よりも壁の長さが長いため耐力においては高い。しかし、変形性能ではL12-5のほうが高くなっている。開口部を設けることによる耐力の大きな低下は確認されなかったが、開口部を設けることによって壁の変形性能には少なからず影響がでてくると考えられる。さらに、開口部を設けた試験体L18-8-2とL18-8-3を比較すると開口部の大きいL18-8-3のほうが、高い耐力を示す結果となった。これは、L18-8-3の施工精度が高く、ログ材同士または柱とログ材との一体化度合いが高かったためであると考えられる。

また、図5に示すように一般的な耐力壁である土壁や構用合板、そして筋交いと比較すると、開発したログ耐力壁

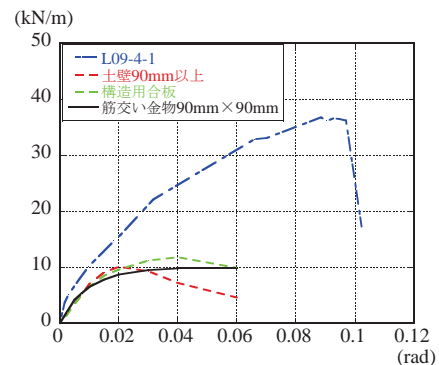


図5 L09-4-1と一般的な耐力壁荷重変形²⁾

の耐力と変形性能が飛躍的に高いことが分かる。

4. 結

以上、開発したログ耐力壁のせん断実験を行い、高い耐力と変形性能を有した耐力壁であることを確認した。また、ダボの本数やログ材同士あるいは柱とログ材との一体化度がログ耐力壁の性能に与える影響は大きいことが分かった。

【謝辞】

本研究は、国土交通省（平成28~30年度）「住宅・建築物技術高度化事業」による助成を受けて実施したものです。付して感謝の意を示します。

【参考文献】

- 1) 財) 日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計，2008
- 2) 日本建築防災協会：木造住宅の耐震診断と補強方法，国土交通省住宅局建築指導課監修，2004.7

^{*)} 名古屋工業大学大学院社会工学専攻 博士前期課程
^{*)} 名古屋工業大学大学院社会工学専攻 教授・工博
^{*)} (株) えびす建築研究所 代表取締役・博士 (工学)
^{*)} (株) えびす建築研究所・修士 (工学)

^{*)} Graduate Student., Nagoya Institute of Technology.
^{*)} Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr.Eng.
^{*)} President, Ebisu Building Laboratory Co, Dr. Eng.
^{*)} Ebisu Building Laboratory Co, Mr. Eng.